

## 正誤表(ver.11)

『3次元CADを使って学ぶ 手巻きウインチの設計～SOLIDWORKSによる3Dモデリング～(初版)』に誤りがございました。

皆様には大変ご迷惑をおかけしました。ここにお詫びして訂正させていただきます。

(注) 計算に重要ではない日本語表記の誤りについては記していません。

|                       | 誤   | 正   |
|-----------------------|---|---|
| 9 ページ<br>2 行目         | 表 2-3   | 表 2-4   |
| 18 ページ                | 表 2-9 の全て   | 【別紙 1】に示す   |
| 19 ページ<br>3 行目        | 式(2.5)が一般的な設計の目安となる。  | 式(2.6)が一般的な設計の目安となる。  |
| 21 ページ<br>12 行目       | 表 2-8 の JIS G 3444 の規格より  | 表 2-10 の JIS G 3444 の規格より   |
| 27 ページ<br>1 行目        | $F_1 \cdot r_2 \frac{d_2}{2} \cdot \eta_2 = F_3 \cdot \frac{d_3}{2}$ (2.25)             | $F_1 \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \eta_2 = F_3 \cdot \frac{d_3}{2}$ (2.25)                 |
| 29 ページ<br>1 行目        | $G = a_{34} - \frac{d_{a2+D+d_w}}{2}$ (2.32)  | $G = a_{34} - \left(\frac{d_{a2+D}}{2} + d_w\right)$ (2.32)                             |
| 29 ページ<br>2 行目        | $a_{34} = \frac{(z_3+z_4)m_2}{2}$ (2.33)  | $a_{34} = \frac{(z_3+z_4)m_3}{2}$ (2.33)  |
| 29 ページ<br>3 行目        | $d_{a2} = (z_2 + 2)m_1$ (2.34)  | $d_{a2} = (z_2 + 2)m_2$ (2.34)  |
| 30 ページ<br>下から<br>2 行目 | 言動側からの衝撃  | 原動側からの衝撃  |
| 35 ページ<br>8 行目        | 小歯車 1 の歯数 $z_3=22$  | 小歯車 1 の歯数 $z_1=22$  |
| 35 ページ<br>17 行目       | 式 (2.30) を変形し歯車の円周力 (許容伝達力) $F$ を求める。   | 式 (2.31) を変形し歯車の円周力 (許容伝達力) $F$ を求める。   |
| 36 ページ<br>14 行目       | 式 (2.30) を変形し歯車の円周力 (許容伝達力) $F$ を求める。   | 式 (2.31) を変形し歯車の円周力 (許容伝達力) $F$ を求める。   |
| 36 ページ<br>11 行目       | 最大曲げ応力 $\sigma_{b \max}$ は表 2-16 から $\sigma_{b \max}=107\text{N/mm}^2$ である              | 最大曲げ応力 $\sigma_{b \max}$ は表 2-16 から $\sigma_{b \max}=88\text{N/mm}^2$ である               |
| 37 ページ<br>4 行目        | $a_{34} = \frac{(z_3+z_4)m_2}{2} = \frac{(16+157) \times 8}{2} = 692(\text{mm})$ (2.53) | $a_{34} = \frac{(z_3+z_4)m_3}{2} = \frac{(16+157) \times 8}{2} = 692(\text{mm})$ (2.53) |
| 37 ページ<br>5 行目        | $d_{a2} = (z_2 + 2)m_1 = (140 + 2) \times 4 = 568(\text{mm})$                           | $d_{a2} = (z_2 + 2)m_2 = (140 + 2) \times 4 = 568(\text{mm})$                           |

|                       | 誤  | 正  |
|-----------------------|--|--|
| 37 ページ<br>6 行目        | $G = a_{34} - \frac{d_{a2} + D + d_w}{2} = 692 - \frac{568 + 500 + 16}{2} = 150(\text{mm}) \quad (2.54)$ | $G = a_{34} - \left( \frac{d_{a2} + D}{2} + d_w \right) = 692 - \left( \frac{568 + 500}{2} + 16 \right) = 142(\text{mm}) \quad (2.54)$ |
| 37 ページ<br>5 行目        | 隙間 $G$ は 150mm あるため安全である。  | 隙間 $G$ は 142mm あるため安全である。  |
| 37 ページ<br>10 行目       | 式(2.35)を用いて全ての歯車の歯車 2 の歯先円直径 $d_a$ を求め   | 式(2.34)を用いて全ての歯車の歯先円直径 $d_a$ を求め   |
| 39 ページ<br>9 行目        | アームの本数 $n$ は歯先円直径 $d_a$ からの式により求められる。  | アームの本数 $n$ は歯先円直径 $d_a$ から次の式により求められる。   |
| 39 ページ<br>下から<br>6 行目 | ピッチ円上に作用する力 $F_3$ を求める   | ピッチ円上に作用する力 $F_1$ を求める   |
| 41 ページ<br>1 行目        | 設計したアームの幅 ( $b_1 + 2b_2$ ) は 75mm  | 設計したアームの幅 ( $b_1 + 2b_2$ ) は 70mm  |
| 42 ページ<br>13 行目       | 寸法精度や良く  | 寸法精度が良く  |
| 42 ページ<br>24 行目       | 垂直成分、水平成分があるおで   | 垂直成分、水平成分があるので   |
| 42 ページ<br>27 行目       | その場所での場所での相当ねじりモーメント   | その場所での相当ねじりモーメント   |
| 43 ページ<br>4 行目        | それも安全に入るように行く直径を決め、  | それも安全に入るように軸の直径を決め、  |
| 47 ページ<br>下から<br>2 行目 | 垂直成分： $F_{G2V}$ 、 $R_{1V}$ 、 $R_{2VV}$   | 垂直成分： $F_{G2V}$ 、 $R_{1V}$ 、 $R_{2V}$  |
| 47 ページ<br>下から<br>6 行目 | 歯車の歯面方戦力の  | 歯車の歯面法線力の  |
| 49 ページ<br>図 2-11 中    | $F_{G1}$   | $F_{G2}$   |
| 53 ページ<br>下から<br>5 行目 | $R_{2V} = F_B \cdot \frac{c}{l} + F_{G3V} \cdot \frac{l-f}{l} + F_{G2V} \cdot \frac{l-(c+d)}{l}$         | $R_{2V} = F_B \cdot \frac{c}{l} + F_{G3V} \cdot \frac{l-f}{l} + F_{G2V} \cdot \frac{(c+d)}{l}$   |
|                       |  |  |

|                       | 誤   | 正   |
|-----------------------|---|---|
| 55 ページ<br>8 行目        | 歯車の軸方向に異動しないこと  | 歯車の軸方向に移動しないこと  |
| 55 ページ<br>下から<br>5 行目 | 箇所ある軸受に   | 箇所にある軸受に  |
| 58 ページ<br>2 行目        | $R_{2V} = F_{FV} \cdot \frac{g}{l} + F_{DV} \cdot \frac{g+h}{l}$ $= F_{FV} + F_{DV} - R_{1V}$ $= \frac{W_r}{2} + \frac{W_r}{2} + F_{G3V} - R_{1V}$ (2.104)  | $R_{2V} = F_{FV} \cdot \frac{g}{l} + F_{DV} \cdot \frac{g+h}{l}$ $= F_{FV} + F_{DV} - R_{1V}$ $= \frac{W_r}{2} + \frac{W_r}{2} + F_{G3V} - R_{1V}$ (2.104)  |
| 61 ページ<br>式(2.111)    | 2182(N)   | 2183(N)   |
| 61 ページ<br>式(2.112)    | $2182(N) \cdot \tan 20^\circ \cong 794(N)$  | $2183(N) \cdot \tan 20^\circ \cong 795(N)$  |
| 62 ページ<br>式(2.117)    | $794(N) - 154(N) = 640(N)$  | $795(N) - 154(N) = 641(N)$  |
| 62 ページ<br>式(2.122)    | $D_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau_{max}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 376111}{\pi \times 67.5}}$ $\cong 30.50(mm)$  | $D_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau_{max}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 368883}{\pi \times 67.5}}$ $\cong 30.31(mm)$  |
| 62 ページ<br>下から<br>2 行目 | 表 2-18 から 30.50mm を超える直径の軸を選ぶ。  | 表 2-18 から 30.31mm を超える直径の軸を選ぶ。  |
| 64 ページ<br>式(2.126)    | $F_{G3} = F_3 \cdot \frac{1}{\cos \theta} = 9645(N) \times \frac{1}{\cos 20^\circ} =$ $9063(N)$   | $F_{G3} = F_3 \cdot \frac{1}{\cos \theta} = 9645(N) \times$ $\frac{1}{\cos 20^\circ} = 10264(N)$  |
| 64 ページ<br>式(2.128)    | $F_{G3V} = F_{G3} \cdot 9063(N) \times$ $\sin(20(\text{deg}) - 13.54(\text{deg}))$ $\cong 1020(N)$  | $F_{G3V} = F_{G3} \cdot \sin(\theta - \alpha) =$ $10264(N) \times \sin(20(\text{deg}) -$ $13.54(\text{deg})) \cong 1155(N)$   |
| 64 ページ<br>式(2.129)    | $F_{G3H} = F_{G3} \cdot \cos(\theta - \alpha) = 9063(N) \times$ $\cos(20(\text{deg}) - 13.54(\text{deg})) \cong$ $9005(N)$  | $F_{G3H} = F_{G3} \cdot \cos(\theta - \alpha)$ $= 10264(N) \times \cos(20(\text{deg}) -$ $13.54(\text{deg})) \cong 10199(N)$  |
| 65 ページ<br>式(2.136)    | $R_{1V} = F_B \cdot \frac{l-c}{l} + F_{G2V} \cdot \frac{l-(c+d)}{l} +$ $F_{G3V} \cdot \frac{f}{l}$ $= 13493 \cdot \frac{980-120}{980} + 2182 \cdot$ $\frac{980-(120+670)}{980} + 1020 \cdot \frac{120}{980}$ $= 12389(N)$ | $R_{1V} = F_B \cdot \frac{l-c}{l} + F_{G2V} \cdot \frac{l-(c+d)}{l} +$ $F_{G3V} \cdot \frac{f}{l}$ $= 13493 \cdot \frac{980-120}{980} + 2182 \cdot$ $\frac{980-(120+670)}{980} + 1155 \cdot \frac{120}{980}$ $= 12405(N)$ |

|                      | 誤   | 正   |
|----------------------|---|---|
| 65 ページ<br>式(2.137)   | $R_{2V} = F_B \cdot \frac{c}{l} + F_{G3V} \cdot \frac{l-f}{l} + F_{G2V} \cdot \frac{l-(c+d)}{l}$ $= F_B + F_{G3V} + F_{G2V} - R_{1V} = 13493 + 1162 + 2182 - 12389 = 4448(\text{N})$  | $R_{2V} = F_B \cdot \frac{c}{l} + F_{G3V} \cdot \frac{l-f}{l} + F_{G2V} \cdot \frac{l-(c+d)}{l}$ $= F_B + F_{G3V} + F_{G2V} - R_{1V} = 13493 + 1155 + 2182 - 12405 = 4425(\text{N})$  |
| 65 ページ<br>式(2.138)   | $R_{1H} = F_{G3H} \cdot \frac{f}{l} + F_{G2H} \cdot \frac{(e+f)}{l}$ $= 10261 \cdot \frac{120}{980} + 794 \cdot \frac{70+120}{980} = 1410(\text{N})$  | $R_{1H} = F_{G3H} \cdot \frac{f}{l} + F_{G2H} \cdot \frac{(e+f)}{l}$ $= 10199 \cdot \frac{120}{980} + 794 \cdot \frac{70+120}{980} = 1403(\text{N})$  |
| 65 ページ<br>式(2.139)   | $R_{2H} = F_{G3H} \cdot \frac{l-f}{l} + F_{G2H} \cdot \frac{(c+d)}{l}$ $= F_{G3H} + F_{G2H} - R_{1H} = 10261 + 794 - 1410 = 9645(\text{N})$   | $R_{2H} = F_{G3H} \cdot \frac{l-f}{l} + F_{G2H} \cdot \frac{(c+d)}{l}$ $= F_{G3H} + F_{G2H} - R_{1H} = 10199 + 794 - 1403 = 9590(\text{N})$   |
| 66 ページ<br>式(2.141)   | $M = \sqrt{M_V^2 + M_H^2}$ $= \sqrt{1486680^2 + 169200^2} = 1496277$  | $M = \sqrt{M_V^2 + M_H^2}$ $= \sqrt{1488600^2 + 169200^2} = 1498185$  |
| 66 ページ<br>式(2.142)   | $T = F_{G3} \cdot \cos \theta \cdot \frac{d_3}{2} = W_r \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{d_3}{d_4} \cdot \frac{1}{\eta_2 \cdot \eta_3}$  | $T = T_B = W_r \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{d_3}{d_4} \cdot \frac{1}{\eta_2 \cdot \eta_3}$   |
| 66 ページ<br>式(2.143)   | $T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{1496277^2 + 602051^2} = 1612858$ $(\text{N} \cdot \text{mm})$   | $T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{1498185^2 + 602051^2} = 1614628$ $(\text{N} \cdot \text{mm})$   |
| 66 ページ<br>式(2.145)   | $D_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau_{max}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1612858}{\pi \times 67.5}} \doteq 49.56(\text{mm})$   | $D_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau_{max}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1614628}{\pi \times 67.5}} \doteq 49.57(\text{mm})$   |
| 66 ページ<br>下から<br>3行目 | 表 2-18 から 49.56mm を超える直径の軸を選ぶ。  | 表 2-18 から 49.57mm を超える直径の軸を選ぶ。  |
| 68 ページ<br>式(2.146)   | $F_{G3V} \doteq 1020(\text{N})$   | $F_{G3V} \doteq 1155(\text{N})$   |
| 68 ページ<br>式(2.146)   | $F_{G3H} \doteq 9005(\text{N})$   | $F_{G3H} \doteq 10199(\text{N})$  |
| 68 ページ<br>式(2.149)   | $F_{DV} = \frac{W_r}{2} + F_{G3V} = 11000(\text{N}) + 1020(\text{N}) = 12020(\text{N})$   | $F_{DV} = \frac{W_r}{2} + F_{G3V} = 11000(\text{N}) + 1155(\text{N}) = 12155(\text{N})$   |
| 68 ページ<br>式(2.151)   | $F_{DH} = F_{G3H} = 9005(\text{N})$   | $F_{DH} = F_{G3H} = 10199(\text{N})$  |
| 68 ページ<br>式(2.152)   | $R_{1V} = F_{FV} \cdot \frac{h+f}{l} + F_{DV} \cdot \frac{f}{l}$ $= 11000(\text{N}) \times \frac{680(\text{mm})+120(\text{mm})}{980(\text{mm})} + 12020(\text{N}) \times \frac{120(\text{mm})}{980(\text{mm})} = 10551(\text{N})$ | $R_{1V} = F_{FV} \cdot \frac{h+f}{l} + F_{DV} \cdot \frac{f}{l}$ $= 11000(\text{N}) \times \frac{680(\text{mm})+120(\text{mm})}{980(\text{mm})} + 12155(\text{N}) \times \frac{120(\text{mm})}{980(\text{mm})} = 10468(\text{N})$ |

|                       | 誤  | 正   |
|-----------------------|--|---|
| 68 ページ<br>式(2.153)    | $R_{2V} = F_{FV} \cdot \frac{g}{l} + F_{DV} \cdot \frac{g+h}{l}$ $= F_{FV} + F_{DV} - R_{1v}$ $= 11000(N) + 12020(N) - 10551(N) = 12469(N)$        | $R_{2V} = F_{FV} \cdot \frac{g}{l} + F_{DV} \cdot \frac{g+h}{l}$ $= F_{FV} + F_{DV} - R_{1v}$ $= 11000(N) + 12155(N) - 10468(N) = 12687(N)$         |
| 69 ページ<br>式(2.154)    | $R_{1H} = F_{FH} \cdot \frac{h+f}{l} + F_{DH} \cdot \frac{f}{l}$ $= F_{G3H} \cdot \frac{f}{l} = 9005(N) \cdot \frac{120(mm)}{980(mm)}$ $= 1103(N)$ | $R_{1H} = F_{FH} \cdot \frac{h+f}{l} + F_{DH} \cdot \frac{f}{l}$ $= F_{G3H} \cdot \frac{f}{l} = 10199(N) \cdot \frac{120(mm)}{980(mm)}$ $= 1249(N)$ |
| 69 ページ<br>式(2.155)    | $= 9005(N) - 1103(N) = 7902(N)$  | $= 10199(N) - 1249(N) = 8950(N)$  |
| 69 ページ<br>式(2.157)    | $M = \sqrt{M_V^2 + M_H^2} =$ $\sqrt{1899180^2 + 198540^2} = 1909529$ (N・mm)  | $M = \sqrt{M_V^2 + M_H^2} =$ $\sqrt{1884240^2 + 224820^2} = 1897605$ (N・mm)   |
| 70 ページ<br>式(2.160)    | $D_3 = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M}{\pi \cdot \sigma_b}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1909529}{\pi \times 184.4}}$ $= 46.42(mm)$                       | $D_3 = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M}{\pi \cdot \sigma_b}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1897605}{\pi \times 184.4}}$ $= 47.15(mm)$                        |
| 70 ページ<br>7 行目        | 表 2-19 から 46.42mm を超える直径の軸を選ぶ。   | 表 2-19 から 47.15mm を超える直径の軸を選ぶ。  |
| 79 ページ<br>2 行目        | クラックアームの根元に  | クランクアームの根元に   |
| 79 ページ<br>表 2-22      | 表 2-22 角穴の基準寸法 (旧 JIS B 2602)  | 表 2-22(B) 角穴の基準寸法 (旧 JIS B 2602)  |
| 82 ページ<br>下から<br>6 行目 | $p = \frac{W}{D_j l} = \frac{1871.8(N)}{27(mm) \times 70(mm)}$ $\cong 0.99(N/mm^2)$ (2.176)  | $p = \frac{R_2}{D_j l} = \frac{1871.8(N)}{27(mm) \times 70(mm)}$ $\cong 0.99(N/mm^2)$ (2.176)   |
| 83 ページ<br>下から<br>6 行目 | $p = \frac{W}{D_j l} = \frac{10621.2(N)}{45(mm) \times 90(mm)} \cong$ $2.62(N/mm^2)$ (2.182)   | $p = \frac{R_2}{D_j l} = \frac{10621.2(N)}{45(mm) \times 90(mm)}$ $\cong 2.62 \left( \frac{N}{mm^2} \right)$ (2.182)                                |
| 84 ページ<br>6 行目        | 直径 $D_j$ およびラム軸の直径 $D_3$ は   | 直径 $D_j$ およびドラム軸の直径 $D_3$ は   |
| 84 ページ<br>11 行目       | 厚さ $t$ を 8mm   | 厚さ $t=8mm$  |
| 83 ページ<br>下から<br>8 行目 | $p = \frac{W}{D_j l} = \frac{15019(N)}{50(mm) \times 90(mm)}$ $\cong 3.34(N/mm^2)$ (2.187)   | $p = \frac{R_D}{D_j l} = \frac{15019(N)}{50(mm) \times 90(mm)}$ $\cong 3.34(N/mm^2)$ (2.187)  |
| 83 ページ<br>下から<br>1 行目 | 表 2-18 に示す軸の直径から   | 表 2-19 に示す軸の直径から  |

|                       | 誤  | 正   |
|-----------------------|--|---|
| 86 ページ<br>4 行目        | $\sigma_{ft}=598\text{N/mm}^2$ 以上  | $\sigma_{ft}=568\text{N/mm}^2$ 以上   |
| 86 ページ<br>5 行目        | $\tau_a=66.4\text{ N/mm}^2$  | $\tau_a=63.1\text{ N/mm}^2$   |
| 86 ページ<br>6 行目        | $\sigma_a=119.6\text{ N/mm}^2$   | $\sigma_a=113.6\text{ N/mm}^2$  |
| 86 ページ<br>式 (2.188) 中 | $\leq \tau_a = 66.4(\text{N/mm}^2)$  | $\leq \tau_a = 63.1(\text{N/mm}^2)$   |
| 86 ページ<br>式 (2.189) 中 | $\leq \sigma_{ca} = 119.6 (\text{N/mm}^2)$   | $\leq \sigma_{ca} = 113.6 (\text{N/mm}^2)$  |
| 87 ページ<br>式 (2.191) 中 | $\leq \tau_a = 66.4(\text{N/mm}^2)$  | $\leq \tau_a = 63.1(\text{N/mm}^2)$   |
| 87 ページ<br>式 (2.192) 中 | $\leq \sigma_{ca} = 119.6 (\text{N/mm}^2)$   | $\leq \sigma_{ca} = 113.6 (\text{N/mm}^2)$  |
| 88 ページ<br>3 行目        | 表 2-22   | 表 2-22(B)   |
| 88 ページ<br>下から<br>2 行目 | にぎり部軸の軸径にあわせて両端に M30 のめねじを加工し、M16 のナットでにぎり部軸にパイプを保持できるようにする。   | にぎり部軸の軸径にあわせてクランクハンドルの片側に M30 のめねじを加工し、にぎり部軸に M30 のおねじを加工して取り付けることで、パイプを保持できるようにする。                     |
| 96 ページ<br>2 行目        | JIS B 1004 に準じてした下穴を開ける。   | JIS B 1004 に準じて下穴を開ける。  |
| 96 ページ<br>15 行目       | 張力に比べて小さいので、張側の止め金具の軸径   | 張力に比べて小さいので、引張側の止め金具の軸径   |
| 97 ページ<br>式(2.221)    | $\tau = \frac{P_b}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{4P_b}{\pi d_{b1}^2} \leq \tau_a$   | $\tau = \frac{P_b}{\frac{\pi d_{b1}^2}{4}} = \frac{4P_b}{\pi d_{b1}^2} \leq \tau_a$                     |
| 98 ページ<br>式(2.223)    | $M = T_{b1} \cdot c$   | $M = T_{B1} \cdot c$  |
| 98 ページ<br>式(2.225)    | $\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{3T_{B1} \cdot c \cdot h_{b1}(l_{b1} + l_{b2})}{t_{b1}(h_{b1}^3 - d_{b1}^3)} \leq \sigma_b$ | $\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{3T_{B1} \cdot c \cdot h_{b1}}{t_{b1}(h_{b1}^3 - d_{b1}^3)} \leq \sigma_b$ |
| 98 ページ<br>11 行目       | 許容応力 $\sigma_b$ とより小さくなるように  | 許容応力 $\sigma_b$ より小さくなるように  |
| 99 ページ<br>図 2-33      | 図 2-33 中の $t_l$ の図示の間違い  | 【別紙 2】に示す   |
| 99 ページ<br>図 2-33      | 図 2-33 緩み側のブレーキ帯の固定の模式図  | 図 2-33 引張側のブレーキ帯の固定の模式図   |

|   | 誤                       | 正         |
|---|-------------------------|-----------|
| 100 ページ<br>表 2-33                                   | 表 2-33 の全て              | 【別紙 3】に示す |
| 101 ページ<br>図 2-34                                   | 図 2-34 中の $t_2$ の図示の間違い | 【別紙 4】に示す |
| 103 ページ<br>～<br>109 ページ<br>「2.8.2 ブ<br>レーキの設<br>計例」 | 「2.8.2 ブレーキの設計例」の全て     | 【別紙 5】を参照 |

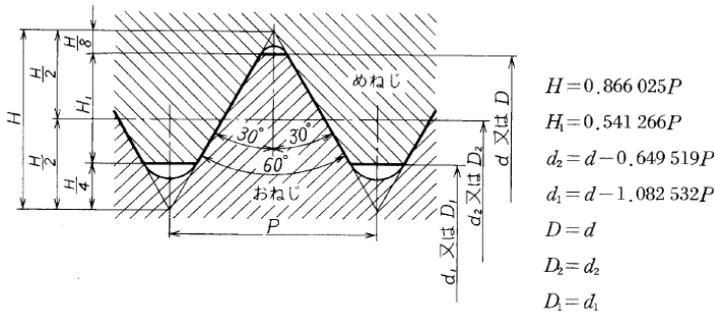
|   | 誤                  | 正                  |
|---|--------------------|--------------------|
| 113 ページ<br>6 行目   | つめの概略図を図 2-39 に示す。 | つめの概略図を図 2-40 に示す。 |
| 116 ページ<br>8 行目   | ツリ金具               | 吊り金具               |
| 120 ページ<br>10 行目  | ツリ金具               | 吊り金具               |
| 38 ページ<br>図 2-8 中   | ボス                 | ハブ                 |
| 39 ページ<br>4 行目<br>113 ページ<br>8 行目<br>115 ページ<br>下から<br>5 行目 | ボス                 | ハブ                 |
|   |                    |                    |
|   |                    |                    |

【別紙 1】

表 2-9 一般メートルねじ並目の基準寸法 (JIS B 0205 一部抜粋)

(単位 mm)

| ねじの呼び  |    | ピッチ $P$ | ひっかかりの高さ $H_1$ | めねじ       |           |          |
|--------|----|---------|----------------|-----------|-----------|----------|
| ねじの呼び  | 順位 |         |                | 谷の径 $D$   | 有効径 $D_2$ | 内径 $D_1$ |
|        |    |         |                | おねじ       |           |          |
|        |    |         | 外径 $d$         | 有効径 $d_2$ | 谷の径 $d_1$ |          |
| M5×0.8 | 1  | 0.8     | 0.433          | 0.433     | 5.000     | 4.134    |
| M6     | 1  | 1       | 0.541          | 0.541     | 6.000     | 4.917    |
| M7     | 2  | 1       | 0.541          | 0.677     | 7.000     | 5.917    |
| M8     | 1  | 1.25    | 0.677          | 0.677     | 8.000     | 6.647    |
| M9     | 3  | 1.25    | 0.677          | 0.677     | 9.000     | 7.647    |
| M10    | 1  | 1.5     | 0.812          | 0.812     | 10.000    | 8.376    |
| M11    | 3  | 1.5     | 0.812          | 0.812     | 11.000    | 9.376    |
| M12    | 1  | 1.75    | 0.947          | 0.947     | 12.000    | 10.106   |
| M14    | 2  | 2       | 1.083          | 1.083     | 14.000    | 11.835   |
| M16    | 1  | 2       | 1.083          | 1.083     | 16.000    | 13.835   |
| M18    | 2  | 2.5     | 1.353          | 1.353     | 18.000    | 15.294   |
| M20    | 1  | 2.5     | 1.353          | 1.353     | 20.000    | 17.294   |
| M22    | 2  | 2.5     | 1.353          | 1.353     | 22.000    | 19.294   |
| M24    | 1  | 3       | 1.624          | 1.624     | 24.000    | 20.752   |
| M27    | 2  | 3       | 1.624          | 1.624     | 27.000    | 23.752   |



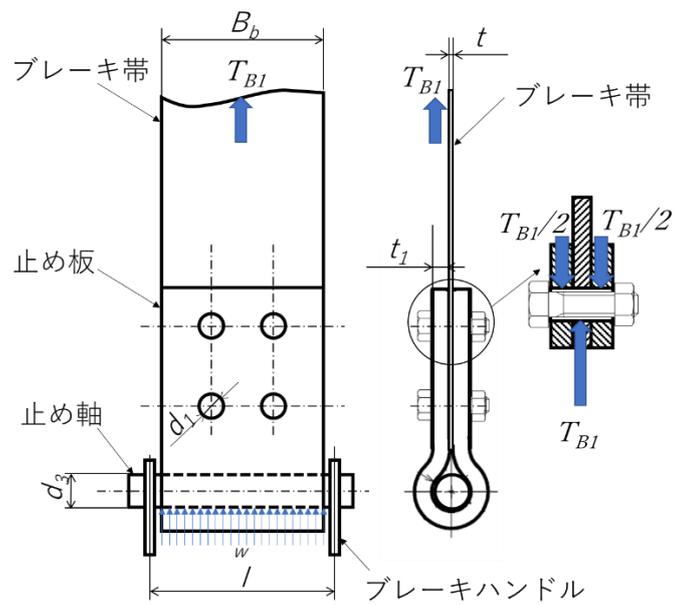
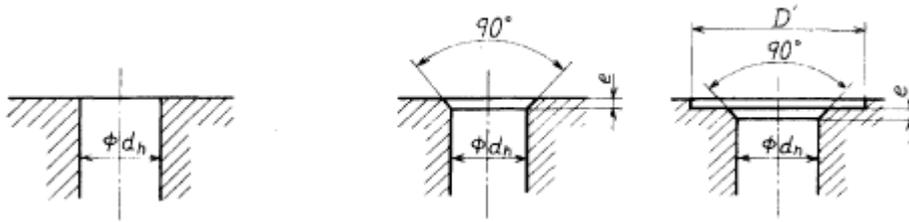


図 2-33 緩み側のブレーキ帯の固定の模式図

【別紙 3】

表 2-33 下穴径 (メートル並目ねじ) (JIS B 1001)



| ねじの<br>呼び径 | ボルト穴径 $d_h$ |      |      |        | 面取り<br>$e$ | ざぐり径<br>$D'$ |
|------------|-------------|------|------|--------|------------|--------------|
|            | 1級          | 2級   | 3級   | 4級 (1) |            |              |
| 1          | 1.1         | 1.2  | 1.3  | —      | 0.2        | 3            |
| 1.2        | 1.3         | 1.4  | 1.5  | —      | 0.2        | 4            |
| 1.4        | 1.5         | 1.6  | 1.8  | —      | 0.2        | 4            |
| 1.6        | 1.7         | 1.8  | 2    | —      | 0.2        | 5            |
| *1.7       | 1.8         | 2    | 2.1  | —      | 0.2        | 5            |
| 1.8        | 2.0         | 2.1  | 2.2  | —      | 0.2        | 5            |
| 2          | 2.2         | 2.4  | 2.6  | —      | 0.3        | 7            |
| 2.2        | 2.4         | 2.6  | 2.8  | —      | 0.3        | 8            |
| *2.3       | 2.5         | 2.7  | 2.9  | —      | 0.3        | 8            |
| 2.5        | 2.7         | 2.9  | 3.1  | —      | 0.3        | 8            |
| *2.6       | 2.8         | 3    | 3.2  | —      | 0.3        | 8            |
| 3          | 3.2         | 3.4  | 3.6  | —      | 0.3        | 9            |
| 3.5        | 3.7         | 3.9  | 4.2  | —      | 0.3        | 10           |
| 4          | 4.3         | 4.5  | 4.8  | 5.5    | 0.4        | 11           |
| 4.5        | 4.8         | 5    | 5.3  | 6      | 0.4        | 13           |
| 5          | 5.3         | 5.5  | 5.8  | 6.5    | 0.4        | 13           |
| 6          | 6.4         | 6.6  | 7    | 7.8    | 0.4        | 15           |
| 7          | 7.4         | 7.6  | 8    | —      | 0.4        | 18           |
| 8          | 8.4         | 9    | 10   | 10     | 0.6        | 20           |
| 10         | 10.5        | 11   | 12   | 13     | 0.6        | 24           |
| 12         | 13          | 13.5 | 14.5 | 15     | 1.1        | 28           |
| 14         | 15          | 15.5 | 16.5 | 17     | 1.1        | 32           |
| 16         | 17          | 17.5 | 18.5 | 20     | 1.1        | 35           |
| 18         | 19          | 20   | 21   | 22     | 1.1        | 39           |
| 20         | 21          | 22   | 24   | 25     | 1.2        | 43           |
| 22         | 23          | 24   | 26   | 27     | 1.2        | 46           |
| 24         | 25          | 26   | 28   | 29     | 1.2        | 50           |
| 27         | 28          | 30   | 32   | 33     | 1.7        | 55           |

【別紙 4】

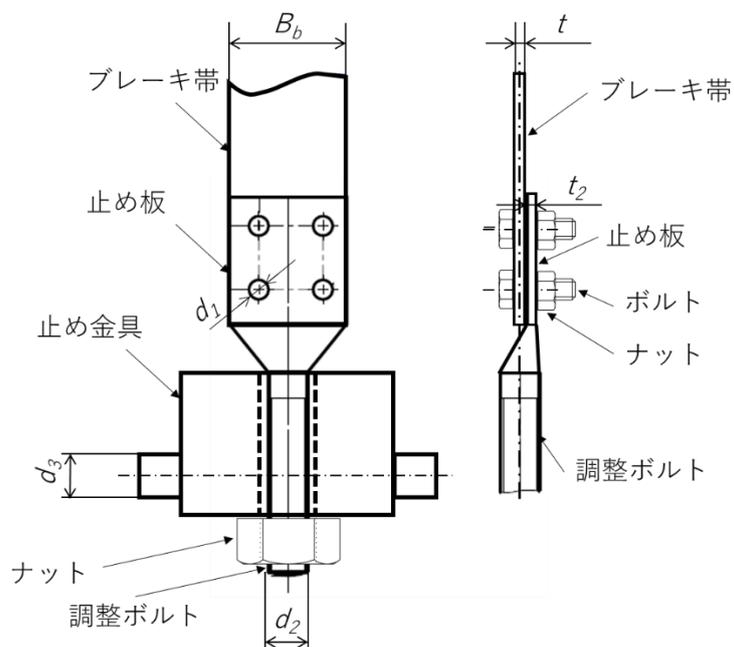


図 2-34 緩み側のブレーキ帯の固定の模式図

【別紙 5】

2.8.2 ブレーキの設計例

ここでは帯ブレーキ（バンドブレーキ）を採用する。また、ブレーキドラムの材質は鋳鉄、ブレーキ帯の材質は鋼板とする。

(1) ブレーキドラム、ブレーキ帯

中間軸の直径  $D_2$  が  $D_2=50\text{mm}$  であるため、表 2-29 と表 2-30 からブレーキドラムの直径  $D_b$  を仮に  $D_b=300\text{mm}$  とする。

ブレーキドラムに作用する力  $F_B$  を求める。回転力  $T_B$  を次式で求める。

$$T_B = \frac{W_r \cdot D \cdot d_3}{2d_4 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3} = \frac{22000(\text{N}) \times 500(\text{mm}) \times 128(\text{mm})}{2 \times 1256(\text{mm}) \times 0.95 \times 0.98} = 602051(\text{N} \cdot \text{mm}) \quad (2.128)$$

ブレーキドラムの回転力  $T'$  は次式で表される。

$$T' = (1.2 \sim 1.5) T_B \cdot \frac{2}{D_b} = (1.2 \sim 1.5) \times 602051(\text{N} \cdot \text{mm}) \cdot \frac{2}{300(\text{mm})} \\ = 4816 \sim 6021(\text{N}) \quad (2.129)$$

ここで、最大の回転力  $T'=6021\text{N}$  とする。

表 2-31 から鋳鉄と鋼板の摩擦係数  $\mu$  は  $\mu=0.15 \sim 0.20$  なので、ここでは  $\mu=0.20$  とする。ドラム  $\beta$  を  $\beta=220^\circ = 3.84\text{rad}$  として、ブレーキにかかる力  $T_{B1}$ 、 $T_{B2}$  を次式から求める。

$$T_{B1} = T' \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} = 6021(\text{N}) \times \frac{e^{0.2 \times 3.84}}{e^{0.2 \times 3.84} - 1} = 11231(\text{N}) \quad (2.130)$$

$$T_{B2} = T' \frac{1}{e^{\mu\beta} - 1} = 6021(\text{N}) \times \frac{1}{e^{0.2 \times 3.84} - 1} = 5211(\text{N}) \quad (2.131)$$

求めたブレーキにかかる力  $T_{B1}$ 、 $T_{B2}$  を次式に代入しブレーキドラムに作用する力  $F_B$  を求める。

$$F_B = T_{B1} + T_{B2} = 11231(\text{N}) + 5211(\text{N}) = 16442(\text{N}) \quad (2.132)$$

図 2-32 に示す O 点まわりの支点に関する力のモーメントのつり合いからブレーキレバーに加える力  $F$  を求める。

ここでは、仮に  $a=600\text{mm}$ 、 $b=80\text{mm}$ 、 $c=30\text{mm}$  とする。

$$F = \frac{T_{B2} \cdot b - T_{B1} \cdot c}{a} = \frac{5211(\text{N}) \times 80(\text{mm}) - 11231(\text{N}) \times 30(\text{mm})}{600(\text{mm})} = 133.2(\text{N}) \quad (2.233)$$

表 2-32 の手動のブレーキレバーの力量は  $196\text{N}$  であるので、それ以下の力量であるため、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  の寸法を  $a=600\text{mm}$ 、 $b=80\text{mm}$ 、 $c=30\text{mm}$  とする。

ブレーキドラムの直径  $D_b$  を仮に  $D_b=300\text{mm}$  としたので、表 2-30 からブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=50\text{mm}$  とし、次式に代入し、ブレーキ帯の圧力を求める。

$$p_1 = \frac{2T_{B1}}{B_b D_b} = \frac{2 \times 11231(\text{N})}{50(\text{mm}) \times 300(\text{mm})} = 1.5(\text{N}/\text{mm}^2) > P = 0.98(\text{N}/\text{mm}^2) \quad (2.234)$$

ブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=50\text{mm}$  とした場合では最大圧力  $p_1$  は許容圧力  $P$  以上である。このままのブレーキ帯の幅  $B_b$  を採用できない。

$D_b=300\text{mm}$  と仮決定したため、最大圧力  $p_1$  が許容圧力  $P$  以上となったと考えられる。そこで、表 2-30 からブレーキドラムの直径  $D_b$  を  $D_b=350\text{mm}$  または  $D_b=400\text{mm}$  と変更し再度計算する。

●  $D_b=350\text{mm}$  と仮決定した場合

$$T' = (1.2 \sim 1.5) T_B \cdot \frac{2}{D_b} \\ = (1.2 \sim 1.5) \times 602051(\text{N} \cdot \text{mm}) \cdot \frac{2}{350(\text{mm})} = 4128 \sim 5160(\text{N})$$

$$T_{B1} = T' \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} = 5160(\text{N}) \times \frac{e^{0.2 \times 3.84}}{e^{0.2 \times 3.84} - 1} = 9627(\text{N})$$

$$T_{B2} = T' \frac{1}{e^{\mu\beta} - 1} = 5160(\text{N}) \times \frac{1}{e^{0.2 \times 3.84} - 1} = 4466(\text{N})$$

$$F_B = T_{B1} + T_{B2} = 9627(N) + 4466(N) = 14093(N)$$

$$F = \frac{T_{B2} \cdot b - T_{B1} \cdot c}{a} = \frac{4466(N) \times 80(mm) - 9627(N) \times 30(mm)}{600(mm)} \approx 114(N)$$

ブレーキドラムの直径  $D_b$  を仮に  $D_b=350mm$  としたので、表 2-30 からブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=60mm$  とし、次式に代入し、ブレーキ帯の圧力  $p_1$  を求める。

$$p_1 = \frac{2T_{B1}}{B_b D_b} = \frac{2 \times 9627(N)}{60(mm) \times 350(mm)} = 0.92(N/mm^2) < P=0.98(N/mm^2)$$

最大圧力  $p_1$  は許容圧力  $P$  以下であるが許容圧力  $P$  以上に近い値のため、余裕を見て設計し直したい。

●  $D_b=400mm$  と仮決定した場合

$$T' = (1.2 \sim 1.5) T_B \cdot \frac{2}{D_b}$$

$$= (1.2 \sim 1.5) \times 602051(N \cdot mm) \cdot \frac{2}{340(mm)} = 3612 \sim 4515(N)$$

$$T_{B1} = T' \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} = 4515(N) \times \frac{e^{0.2 \times 3.84}}{e^{0.2 \times 3.84} - 1} = 8423(N)$$

$$T_{B2} = T' \frac{1}{e^{\mu\beta} - 1} = 4515(N) \times \frac{1}{e^{0.2 \times 3.84} - 1} = 3908(N)$$

$$F_B = T_{B1} + T_{B2} = 8423(N) + 3908(N) = 12331(N)$$

$$F = \frac{T_{B2} \cdot b - T_{B1} \cdot c}{a} = \frac{3908(N) \times 80(mm) - 8423(N) \times 30(mm)}{600(mm)} \approx 99.9(N)$$

ブレーキドラムの直径  $D_b$  を仮に  $D_b=400mm$  としたので、表 2-30 からブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=70mm$  とし、次式に代入し、ブレーキ帯の圧力  $p_1$  を求める。

$$p_1 = \frac{2T_{B1}}{B_b D_b} = \frac{2 \times 9627(N)}{70(mm) \times 400(mm)} = 0.60(N/mm^2) < P=0.98(N/mm^2)$$

最大圧力  $p_1$  は許容圧力  $P$  以下である。

したがって、ここでは表 2-30 から  $D_b=400mm$ 、 $B_b=70mm$ 、ブレーキ帯の厚さ  $t=4mm$  とする。

<別解> もし、レイアウトの関係上、ドラムブレーキの直径  $D_b$  をこれ以上大きくできない場合

$D_b=300mm$  のままブレーキ帯の幅  $B_b$  を変更することになる。つまり、許容応力  $P=0.98N/mm^2$  からブレーキ帯の幅  $B_b$  を決めることにする。

$$B_b = \frac{2T_{B1}}{D_b \cdot P} = \frac{2 \times 11231(N)}{300(mm) \times 0.98(N/mm^2)} = 76.4(mm) \quad (2.235)$$

余裕を見てブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=80mm$  とすることができる。この値は、 $B_b < 0.4 \times D_b = 0.4 \times 300(mm) = 120(mm)$  以下であるためこの寸法でも問題ないことを確認できる。ブレーキ帯の幅  $B_b$  の増加にともない、ブレーキドラムの幅  $B$  を  $B=80mm$  とする。

このようにブレーキ帯の幅を変更することで対応可能である。

ブレーキ帯の厚さ  $t$  は「(3)ブレーキ帯の厚さの検証」で耐えられる厚さとすることが可能である。

(2) 止め板、止め金具

・引張側

ボルトの径を決定する。既に求めたとおりブレーキ帯の引張側に作用している張力  $T_{B1}$  は  $T_{B1}=8423N$  である。

ブレーキ帯を止め板にボルト 4 本で固定するとする。ボルトの材質を軟鋼とすると表 2-8 からせん断の動荷重の許容せん断応力  $\tau_a$  は  $48 \sim 80N/mm^2$  であることがわかる。ここでは最大値である  $\tau_a=80N/mm^2$  とする。

ボルトの谷の径  $d_l$  は次式から求められる。

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{2T_{B1}}{n\pi\tau_a}} = \sqrt{\frac{2 \times 8423(N)}{4 \times \pi \times 80(N/mm^2)}} \doteq 4.09(mm) \quad (2.236)$$

表 2-9 から谷の径  $d_1$  が 4.09mm 以上であれば M6 であるが、安全を見て M8 とする。表 2-33 を参考に JIS B 1004 に準じてした下穴を開けるのであれば直径 9mm で開けることにする。

止め板の形状を決定する。ブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=70\text{mm}$  としたので、止め板の幅も 70mm とする。止め板の材質を軟鋼とする。表 2-8 から軟鋼の動的荷重の許容引張応力  $\sigma_t$  は 60~100N/mm<sup>2</sup> であることがわかる。ここでは最大値である  $\sigma_t=100\text{N/mm}^2$  を採用する。

図 2-33 中の止め板の幅と止め軸と接している箇所の幅を次の通りとする。巻胴に干渉しないことを確認した上でブレーキ帯の幅  $B_b=70\text{mm}$  と同じ幅とする。干渉する場合は、止め軸の箇所を狭めても良い。下穴を 9mm としたため、止め板の幅から下穴を引いた値  $b_s$  は  $b_s=70-(2 \times 9)=52\text{mm}$  となる。したがって、止め板の厚さ  $t_1$  は次式で求められる。

$$t_1 \geq \frac{T_{B1}}{2b_s\sigma_t} = \frac{8423(N)}{2 \times 52(mm) \times 100\left(\frac{N}{mm^2}\right)} \doteq 0.8(mm) \quad (2.237)$$

安全面を見て、止め板の厚さ  $t_1$  を  $t_1=4\text{mm}$  とする。

止め軸の直径  $d_3$  を求める。巻胴に干渉しない幅であり、ブレーキ帯の幅  $B_b=70\text{mm}$  と図 2-35 に示すブレーキレバーの厚さ  $t_{bl}$  を仮に  $t_{bl}=10\text{mm}$  とし、止め板とブレーキ帯の隙間  $g_l$  を  $g_l=0.5\text{mm}$  ずつにするとブレーキレバーの幅  $W_{bl}$  は  $W_{bl}=B_b+2 \times g_l+2 \times t_{bl}=70\text{mm}+2 \times 0.5\text{mm}+2 \times 10\text{mm}=91\text{mm}$  となる。したがって、 $l$  は  $l=81\text{mm}$  となる。

止め軸の材質を軟鋼とし、表 2-8 から軟鋼の動的荷重の許容曲げ応力  $\sigma_b$  は 60~100N/mm<sup>2</sup> であることがわかる。ここでは最大値である  $\sigma_b=100\text{N/mm}^2$  を採用する。

次式から止め軸の直径  $d_3$  を求めることができる。

$$d_3 \geq \sqrt[3]{\frac{4T_{B1}l}{\pi\sigma_b}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 8423(N) \times 81(mm)}{\pi \times 100\left(\frac{N}{mm^2}\right)}} \doteq 20.6(mm) \quad (2.238)$$

したがって、表 2-19 から止め軸の直径  $d_3$  を  $d_3=25\text{mm}$  とする。

#### ・緩み側

ボルトの径を決定する。既に求めたとおりブレーキ帯の引張側に作用している張力  $T_{B2}$  は  $T_{B2}=3908\text{N}$  である。

ブレーキ帯を止め板にボルト 4 本で固定するとする。ボルトの材質を軟鋼とすると表 2-8 からせん断の動荷重の許容せん断応力  $\tau_a$  は 48~80N/mm<sup>2</sup> であることがわかる。ここでは最大値である  $\tau_a=80\text{N/mm}^2$  とする。

ボルトの谷の径  $d_1$  は次式から求められる。

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4T_{B2}}{n\pi\tau_a}} = \sqrt{\frac{4 \times 3908(N)}{4 \times \pi \times 80\left(\frac{N}{mm^2}\right)}} \doteq 2.79(mm) \quad (2.239)$$

表 2-9 から谷の径  $d_1$  が 2.79mm 以上であれば M5×0.8 でよいが、安全を見て M8 とする。表 2-33 を参考に JIS B 1001 に準じてした下穴を開けるのであれば直径 9mm で開けることにする。

止め板の形状を決定する。ブレーキ帯の幅  $B_b$  を  $B_b=70\text{mm}$  としたので、止め板の幅も 70mm とする。止め板の材質を軟鋼とする。表 2-8 から軟鋼の動的荷重の許容引張応力  $\sigma_t$  は 60~100N/mm<sup>2</sup> であることがわかる。ここでは最大値である  $\sigma_t=100\text{N/mm}^2$  を採用する。

下穴を 9mm としたため、止め板の幅から下穴を引いた値  $b_s$  は  $b_s=70-(2 \times 9)=52\text{mm}$  となる。したが

って、止め板の厚さ  $t_2$  は次式で求められる。

$$t_2 \geq \frac{T_{B2}}{2b_s\sigma_t} = \frac{3908(N)}{2 \times 52(mm) \times 100(N/mm^2)} \cong 0.38(mm) \quad (2.240)$$

安全面を見て、止め板の厚さ  $t_2$  を  $t_2=4mm$  とする。

止め軸の材質を軟鋼とし、表 2-8 から軟鋼の動的荷重の許容引張応力  $\sigma_t$  は  $60 \sim 100N/mm^2$  であることがわかる。ここでは最大値である  $\sigma_t=100N/mm^2$  を採用する。調整ボルトの呼び径を求める。調整ボルトの谷の径を  $d_2$  とすると、次式から調整ボルトの谷の径  $d_2$  を求めることができる。

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{4T_{B2}}{\pi\sigma_t}} = \sqrt{\frac{4 \times 3908(N)}{\pi \times 100 \left(\frac{N}{mm^2}\right)}} \cong 7.05(mm) \quad (2.241)$$

表 2-9 から谷の径  $d_2$  が  $7.05mm$  以上であれば M9 であるが、安全を見て M20 とする。

図 2-34 に示す緩み側の金具の軸径  $d_3$  は引張側の止め金具の軸径と同じ  $d_3=25mm$  とする。

### (3) ブレーキ帯の厚さの検証

引張側止め板との接合部の強度からこれまでに決定したブレーキ帯の厚さ  $t=4mm$  が妥当かを検証する。結合部において、ブレーキ帯の幅から下穴を引いた値を  $b_s$  とすると、 $b_s$  は既に求めたとおり  $b_s=52mm$  である。ブレーキ帯の材質は鋼板としているため、表 2-8 から軟鋼の動的荷重の許容引張応力  $\sigma_t$  は  $60 \sim 100N/mm^2$  であることがわかる。ここでは  $\sigma_t=100N/mm^2$  として次式からブレーキ帯に生じる引張応力  $\sigma$  を得る。

$$\sigma = \frac{T_{B1}}{t \cdot b_s} = \frac{8423(N)}{4(mm) \times 52(mm)} \cong 40.5 \leq \sigma_t = 100(N/mm^2) \quad (2.242)$$

ブレーキ帯に生じる引張応力  $\sigma$  がブレーキ帯の材料の許容引張応力  $\sigma_t$  以下であるため、ブレーキ帯の厚さ  $t=4mm$  とする。

### (4) 支点軸（支持金具）

ブレーキレバー心棒の直径  $d_{b1}$  を求める。ブレーキレバー心棒の材質を S35C とする。材料の引張強さが既知の場合、使用される材料の許容曲げ応力  $\sigma_b$  は引張強さ  $\sigma_{ft}$  の 36% とすることができる。表 2-16 から S35C 引張強さ  $\sigma_{ft}$  は  $509N/mm^2$  以上なので、S35C の許容曲げ応力  $\sigma_b$  を  $\sigma_b=183.24N/mm^2$  とする。

ブレーキレバー心棒には図 3-36 に示すように 2 つの集中荷重  $P_b/2$  が作用している。荷重  $P_b$  は次式で近似することにする。

$$P_b = T_{B1} + T_{B2} = 8423(N) + 3908(N) = 12331(N) \quad (2.243)$$

・曲げ応力

既に仮にブレーキレバーの幅  $W_{b1}$  を  $W_{b1}=91mm$ 、ブレーキレバーの厚さ  $t_{b1}$  を仮に  $t_{b1}=10mm$  としているため、ブレーキレバー心棒の根元部から集中荷重の負荷位置までの距離  $l_{b1}$ 、 $l_{b2}$  は、 $l_{b1}=5mm$ 、 $l_{b2}=86mm$  と仮決定できる。

したがって、ブレーキレバー心棒の軸径  $d_{b1}$  は次式から求められる。

$$d_{b1} \geq \sqrt[3]{\frac{16P_b(l_{b1}+l_{b2})}{\pi\sigma_b}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 12331(N) \times (5(mm) + 86(mm))}{\pi \times 183.24(N/mm^2)}} \cong 31.5(mm) \quad (2.244)$$

・せん断応力

材料の機械的性質が既知の場合、最大許容せん断応力  $\tau_a$  は使用する材料の引張強さ  $\sigma_{ft}$  の 18% 程度とされている。表 2-16 から S35C 引張強さ  $\sigma_{ft}$  は  $509N/mm^2$  以上なので、S35C の許容せん断応力  $\tau_a$  を  $\tau_a=91.6N/mm^2$  とする。

したがって、軸径  $d_{b1}$  は次式の関係となる。

$$d_{b1} \cong \sqrt{\frac{4P_b}{\pi\tau_a}} = \sqrt{\frac{4 \times 12331(N)}{\pi \times 91.6(N/mm^2)}} \cong 13.1(mm) \quad (2.245)$$

曲げ応力とせん断応力の結果と表 2-9 からブレーキバー心棒の直径  $d_{b1}$  を  $d_{b1} = \phi 36$ 、先端のおねじ形状を **M36** とする。

#### (5) ブレーキレバーの形状寸法

ブレーキレバー先端の厚さを  $t_{b1} = 10\text{mm}$ 、高さを  $h_{b1} = 70\text{mm}$  と仮決定する。 $T_{B1} = 8423\text{N}$ 、 $c = 30\text{mm}$  としているため曲げ応力  $\sigma$  は次の通りになる。

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M}{Z} = \frac{3T_{B1} \cdot c \cdot h_{b1}}{t_{b1}(h_{b1}^3 - d_{b1}^3)} \\ &= \frac{3 \times 8423(N) \times 30(mm) \times 70(mm)}{10(mm) \times (70^3 - 36^3)(mm^3)} = 17.9(N/mm^2) \end{aligned} \quad (2.246)$$

ブレーキレバーの材質が軟鋼である場合、表 2-8 から軟鋼の動的荷重の許容曲げ応力  $\sigma_b$  は 60～100N/mm<sup>2</sup> であり、十分安全であることがわかる。ブレーキレバーの厚さを  $t_{b1} = 10\text{mm}$ 、高さを  $h_{b1} = 70\text{mm}$  と決定する。

また、ブレーキレバーの手元の厚さ  $t_{b2}$  は  $t_{b1} = 10\text{mm}$  の 2 倍としても良いが、許容曲げ応力よりも十分安全である高さ  $h_{b1} = 70\text{mm}$  であるため、ここでは  $t_{b2}$  は  $t_{b2} = 17\text{mm}$  とする。

#### (6) おもり

ブレーキレバー心棒からおもり中心までの距離  $d$  を仮に  $d = 400\text{mm}$  とする。既に  $a = 600\text{mm}$ 、 $F = 99.9\text{N}$  なので、人力に相当する荷重がブレーキレバーに働くようにおもりを設置する。おもり概略図と取付位置を図 2-37 に示す。ブレーキレバー心棒の軸からの距離  $d$  の位置でネジにて固定できることとする。ブレーキレバー心棒の中心まわりのモーメントからおもりの重力  $W$  は次式から求めることができる。

$$W = \frac{F \cdot a}{d} = \frac{99.9(N) \times 600(mm)}{400(mm)} = 149.9(N) \quad (2.247)$$

おもりの材質を鋳鉄として密度を  $\rho_w = 7.874 \times 10^{-6}\text{kg/m}^3$  とする。ブレーキレバー部分の空洞の高さ  $h_{b1} = 75\text{mm}$ 、ブレーキレバーの手元の空洞の厚さ  $t_{b2} = 20\text{mm}$  とする。 $W_h = 130\text{mm}$ 、厚さを  $W_t = 120\text{mm}$  と仮決定して、おもりの幅  $W_b$  を決める。

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{W}{\rho_w \cdot g} \left( \frac{1}{W_h \cdot W_t - h_{b1} \cdot t_{b2}} \right) \\ &= \frac{149.9 \left( \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}{7.874 \times 10^{-6} \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3} \right) \times 9.8 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} \left( \frac{1}{130(mm) \times 120(mm) - 75(mm) \times 20(mm)} \right) \\ &\cong 137.8(mm) \end{aligned} \quad (2.248)$$

おもりの幅  $W_b$  を  $W_b = 140\text{mm}$  とし、下部に M12 のめねじを加工し、ブレーキバーと固定するようにする。

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| ブレーキドラムの直径と幅、ブレーキ帯の幅の寸法まとめ |       |
| ブレーキドラムの直径 $D_b$           | 400mm |
| ブレーキドラムの幅 $B$              | 80mm  |
| ブレーキ帯の幅 $B_b$              | 70mm  |
| ブレーキ帯の厚さ $t$               | 4mm   |

以上